

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-132186

(P2002-132186A)

(43)公開日 平成14年5月9日(2002.5.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト [*] (参考)
G 0 9 F 9/30	3 3 8	G 0 9 F 9/30	3 3 8 3 K 0 0 7
	3 4 9		3 4 9 C 5 C 0 9 4
	3 6 5		3 6 5 Z 5 F 1 1 0
H 0 1 L 29/786		H 0 5 B 33/14	A
H 0 5 B 33/14		33/22	Z
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-328098(P2000-328098)

(22)出願日 平成12年10月27日(2000.10.27)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 井村 裕則

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100114672

弁理士 宮本 恵司

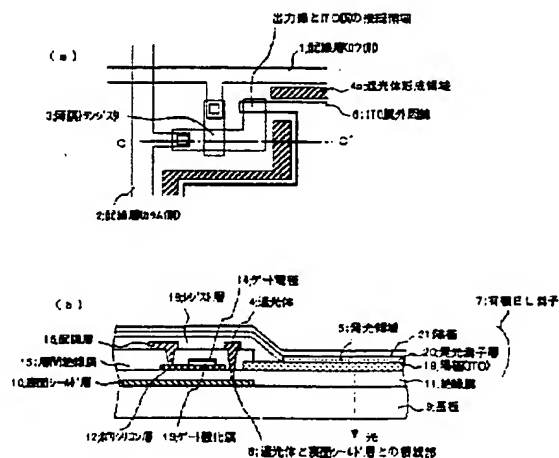
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アクティブマトリクス有機E L表示装置及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】有機E L素子の迷光、特に基板の法線方向に対して角度を有する迷光や基板面方向に伝搬する迷光を確実に遮断し、T F Tの誤動作による画素表示欠陥やコントラストの低下を防止することができるアクティブマトリクス有機E L表示装置及びその製造方法の提供。

【解決手段】絶縁性基板9上に裏面シールド層10と絶縁膜11と薄膜トランジスタ3を含む回路部を有し、回路部上に形成された層間絶縁膜15には薄膜トランジスタ3のソース/ドレイン電極と接続される配線層16と、層間絶縁膜15と絶縁膜11とを縦断し裏面シールド層10に当接する遮光体4とが同一材料で形成され、回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機E L素子を備え、遮光体4を、有機E L素子7の発光領域5の略全周を取り囲むように立体的に形成することにより、基板9、絶縁膜11、層間絶縁膜15等の構造体で散乱、反射した迷光や陽極19内部を伝搬した迷光が薄膜トランジスタ3やコンデンサ等からなる回路部に入射することを防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁性基板上に、互いに直交する方向に延在する複数の配線と、該複数の配線の各交点近傍に設けられた、薄膜トランジスタを含む回路部と、前記複数の配線で囲まれた各々の画素領域に前記回路部と相重ならないように配設された有機EL素子とを備えたアクティブマトリクス有機EL表示装置において、前記基板の法線方向から見て、前記回路部と前記有機EL素子の発光領域との間の少なくとも一部に光を遮断する材料からなる遮光体を備え、該遮光体が、少なくとも前記薄膜トランジスタ形成層を縦断する立体的な構造体からなることを特徴とするアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項2】前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記有機EL素子の前記発光領域周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されていることを特徴とする請求項1記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項3】前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記回路部周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されていることを特徴とする請求項1記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項4】前記薄膜トランジスタの下層に、前記基板の法線方向から見て、該薄膜トランジスタを覆うように配設された裏面シールド層を備え、前記遮光体が底部において前記裏面シールド層に当接していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項5】前記遮光体の上部が前記配線と同層まで形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項6】絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層が形成され、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部が配設され、前記回路部上層に層間絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と接続される配線が設けられると共に、前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接する遮光体が立体的に形成され、前記配線上層に平坦化膜を介して前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子が配設されるアクティブマトリクス有機EL表示装置であって、

前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記有機EL素子の前記発光領域の全周を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されていることを特徴とするアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項7】絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層が形成され、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含

む回路部が配設され、前記回路部上層に第1の層間絶縁膜が堆積され、該第1の層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接する遮光体が立体的に形成され、前記遮光体上層に第2の層間絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と接続される配線が設けられ、前記配線上層に平坦化膜を介して前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子が配設されるアクティブマトリクス有機EL表示装置であって、

前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記薄膜トランジスタを含む前記回路部周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されていることを特徴とするアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項8】絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層が形成され、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部と有機EL素子の陽極とが形成され、前記回路部上層に層間絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と接続される配線が設けられると共に、前記回路部と前記陽極との間の領域において前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接する遮光体が立体的に形成され、前記配線上層に前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子が並設されるアクティブマトリクス有機EL表示装置であって、

前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記有機EL素子の前記発光領域周囲を略取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されていることを特徴とするアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項9】前記遮光体が、前記配線と同じ部材により形成されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項10】前記回路部が、コンデンサからなる容量部を含むことを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置。

【請求項11】絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層を形成する工程と、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部を配設する工程と、前記回路部上層に層間絶縁膜を堆積し、前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極領域に前記層間絶縁膜を貫通するコンタクトホールを形成する工程と、遮光体形成領域に前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを貫通する溝を形成する工程と、前記コンタクトホール及び前記溝に配線部材を堆積して、前記ソース／ドレイン電極と接続される配線を設けると同時に、前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接するように遮光体を立体的に形成する工程と、前記配線上層に平坦化膜を介して前記回

路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子を配設する工程とを少なくとも有するアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体を、前記有機EL素子の前記発光領域周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成することを特徴とするアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法。

【請求項12】絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層を形成する工程と、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部を配設する工程と、前記回路部上層に第1の層間絶縁膜を堆積した後、遮光体形成領域に前記第1の層間絶縁膜と前記絶縁膜とを貫通する溝を形成し、該溝に遮光部材を堆積して前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接するように遮光体を立体的に形成する工程と、前記遮光体上層に第2の層間絶縁膜を堆積した後、前記薄膜トランジスタのソースノドレイン電極領域に前記第2の層間絶縁膜と前記第1の層間絶縁膜とを貫通するコンタクトホールを形成し、該コンタクトホールに配線部材を堆積して前記ソースノドレイン電極と接続される配線を設ける工程と、前記配線上層に平坦化膜を介して前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子を配設する工程とを少なくとも有するアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体を、前記薄膜トランジスタを含む前記回路部周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成することを特徴とするアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法。

【請求項13】絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層を形成する工程と、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部を配設すると共に、有機EL素子の陽極を形成する工程と、前記回路部上層に層間絶縁膜を堆積し、前記薄膜トランジスタのソースノドレイン電極領域に前記層間絶縁膜を貫通するコンタクトホールを形成する工程と、前記回路部と前記陽極との間の遮光体形成領域に前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを貫通する溝を形成する工程と、前記コンタクトホール及び前記溝に配線部材を堆積して、前記ソースノドレイン電極と接続される配線を設けると同時に、前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接するように遮光体を立体的に形成する工程と、前記配線層上層に前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子を配設する工程とを少なくとも有するアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体を、前記有機EL素子の前記発光領域周囲を略取り囲み、前記回路部

と前記発光領域とを隔絶するように形成することを特徴とするアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法。

【請求項14】前記ソースノドレイン電極領域の前記コンタクトホールと前記遮光体形成領域の前記溝とを同一の工程で形成することを特徴とする請求項11又は13に記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法。

【請求項15】前記遮光体が、前記配線と同じ部材により形成されることを特徴とする請求項12記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法。

【請求項16】前記回路部に、前記薄膜トランジスタと共にコンデンサからなる容量部を形成することを特徴とする請求項11乃至15のいずれかに記載のアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アクティブマトリクス有機エレクトロルミネッセンス（EL:Electro Luminescence）表示装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、薄型、軽量の平面型表示装置として液晶表示装置が一般に用いられてきたが、液晶表示装置は視野角が狭く、応答特性が悪いといった問題がある。これに対し、近年、視野角が広く、応答特性の良いアクティブマトリクス有機EL表示装置が注目されている。このアクティブマトリクス有機EL表示装置は、マトリクス状に配置した有機EL素子を、スイッチング素子として設けた薄膜トランジスタ（TFT:Thin Film Transistor）により駆動するものである。

【0003】このようなアクティブマトリクス有機EL表示装置は、大別して、配列された各々の画素を制御するTFTやコンデンサ等の受動素子からなる回路部と、表示装置として発光する有機EL素子部とからなる。また、回路部には、TFTのゲート電極や各々のTFT及び受動素子を電気的に接続する配線層を具備しており、このゲート電極や配線層はWSiやAlなどの光を透過しない材料で形成されている。従って、アクティブマトリクス有機EL表示装置では、回路部と有機EL素子部とを基板の法線方向に積層して形成することが出来ず、基板上に並べて配列される。

【0004】上記アクティブマトリクス有機EL表示装置の構造について、図5を参照して説明する。図5は、特開2000-172198号公報に記載されている従来のアクティブマトリクス有機EL表示装置の構造を模式的に示す図であり、(a)は一画素の平面図、(b)は(a)のD-D'線における断面図である。

【0005】図5(a)に示すように、従来のアクティブマトリクス有機EL表示装置は、互いに直交する方向に延在するゲート信号線23及びドレイン信号線24

と、それらの交点近傍に設けられたTFT3とを備えており、TFT3のドレイン端子はドレイン信号線24に、ソース端子は有機EL素子7の陽極19に、ゲート電極14はゲート信号線23に接続されている。

【0006】上記アクティブマトリクス有機EL表示装置のTFT3近傍の構造について、図5(b)を参照して説明すると、ガラス等からなる基板9上に、ゲート電極14が形成され、このゲート電極14上にゲート酸化膜13を介してTFT3となるポリシリコン層12が形成されている。そして、ポリシリコン層12を覆うように層間絶縁膜15が形成され、その上層には有機EL素子7を構成するITO(Indium Thin Oxide)等の透明電極からなる陽極19が形成されている。

【0007】また、TFT3のソース/ドレイン端子上の層間絶縁膜15には接続端子16aが形成され、ソース端子は有機EL素子7の陽極19と接続されている。そして、発光領域5以外の領域にTFT3の凹凸を吸収するための平坦化絶縁膜25が形成され、基板9全面に発光素子層20と陰極21とが配設されてアクティブマトリクス有機EL表示装置が形成されている。なお、有機EL素子7の発光素子層20は、第1ホール輸送層、第2のホール輸送層、発光層、電子輸送層からなり、陰極21は、マグネシウム・インジウム合金等により形成されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したアクティブマトリクス有機EL表示装置は、基板9の面方向にTFT3と有機EL素子7とが並んで配列されるため、有機EL素子7の発光領域5から放射される光の一部は、基板9、ゲート酸化膜13や層間絶縁膜15の内部や界面で散乱されてTFT3のポリシリコン層12に入射する迷光となる可能性がある。特に、基板9自体の屈折率から一義的に決まる臨界角以上の光は基板9の外に放出されることはなく、基板9内で反射を繰り返して、TFT3のポリシリコン層12に入射する迷光となる可能性がある。そして、TFT3のポリシリコン層12に有機EL素子7の迷光が入射すると、TFT3のリーク電流が増加してTFT3が誤動作してしまい、画素表示欠陥もしくはコントラストの低下を引き起こしてしまうという問題が生じる。

【0009】このリーク電流の影響について具体的な数値を用いて説明すると、アクティブマトリクス動作時の有機EL素子7の画素当たり最大電流量は、要求輝度、発光効率、画素内開口率等より、通常100nAから150nA程度であり、一方、有機EL素子7の輝度と電流量とはほぼ線形関係にあるため、階調表示の場合、一階調当たり約0.6nA(150nA/256階調)から2nA(150nA/64階調)の電流値で制御することが必要である。これに対して、有機EL素子7の迷光によるTFT3のリーク電流は0.1から1nA程

度、太陽光(直接光)では最大1から10nA程度と試算されるため、階調が大きくなればなるほど迷光によるリーク電流の影響が大きくなり、TFT3が誤動作を起こしやすくなってしまう。

【0010】また、各々の画素の回路部はTFT3のみで構成される場合だけではなく、コンデンサなどの種々の受動素子が具備されて構成される場合がある。このコンデンサは、回路上電圧保持のデバイスとして用いられるが、有機EL素子7の迷光がコンデンサの電極間絶縁層に入射すると電圧の保持ができなくなり、回路として機能しなくなってしまふ。このように、有機EL素子7をアクティブマトリクス駆動で使用する場合には、直接光(太陽光)のみならず、有機EL素子7自体からの迷光を十分に防止できる遮光構造が必須となる。

【0011】そこで、上記従来例で図示した特開2000-172198号公報記載の有機EL表示装置では、TFT3形成後、有機EL素子7形成前に、基板9の表面を平滑にするための平坦化絶縁膜25を迷光を吸収する材料で着色した絶縁層で形成することにより有機EL素子7からの迷光の遮断を図っており、この構造では、有機EL素子7から直接、TFT3のポリシリコン層12方向に出射される迷光を着色された平坦化絶縁膜25で吸収することができる。

【0012】しかしながら、上述したアクティブマトリクス有機EL表示装置では、有機EL素子7から放出される光は指向性を有さず全方位的に放出されるため、有機EL表示装置を構成する各種構造体で散乱したり、基板9界面で全反射された間接光も迷光となってしまうが、上述した構造では、この平坦化絶縁膜25で遮光できる迷光は直接光のみであるため、間接的にTFT3のポリシリコン層12に入射する迷光を防止することはできない。

【0013】特に、有機EL表示装置を構成する基板9や陽極19として用いられるITOは屈折率が大きく、屈折率により一義的に決定される臨界角以上の角度を有する光は、その界面で全反射し基板面方向に伝搬するが、上記従来例では着色された平坦化絶縁膜25はTFT3と基板9との界面間には具備されておらず、また、ITO側面を遮蔽する遮光膜も形成されていないため、これらの迷光によるTFT3の誤動作を有効に防止することができない。

【0014】また、TFT3をスイッチング素子として用いるLCDにおいても、同様に光源から照射された光がTFT3に入射する場合があります、この光入射によりTFT3が誤動作を起こしてしまう。そこで、特開9-80476号公報、特開11-84363号公報や特開2000-164875号公報等には、TFT3に入射する光を遮断するための種々の構造の遮光膜が記載されている。このLCDの遮光構造について、図6及び図7を参照して説明する。図6は、特開2000-164

875号公報に記載されたLCDの構造を示す断面図であり、図7は、特開平9-80476号公報に記載されたLCDの構造を示す断面図である。

【0015】図6及び図7に示すように、従来のLCDの遮光構造として、TFT3の上層及び下層に各々下部遮光膜26a、上部遮光膜26bを設け、図の下方からの戻り光に対しては下部遮光膜26aにより迷光対策を行い、図の上方からの入射光に関しては、図6ではブラックマトリクスからなる上部遮光膜26bを、図7では層間絶縁膜27d上に設けた上部遮光膜26bを具備することにより迷光を防止している。また、図6の下部遮光膜26aはTFT3下部で窪んだ形状に加工することにより遮光効率を上げる工夫が施されている。

【0016】しかしながら、図6及び図7に示すようなTFT3の上下に下部遮光膜26a、上部遮光膜26bを有する構造では、基板9の法線方向に対して角度を有する迷光に対しては十分に遮光することができず、特に、下部遮光膜26a、上部遮光膜26bの間に入った光は遮光膜間で乱反射してしまうという欠点を有している。また、このような複数の遮光膜によりTFT3を挟み込む構造は、液晶パネルのように光源とTFT3とが離れた位置に形成される構造体の場合に有効な方法であり、有機EL素子7を用いた表示装置のように基板面方向に有機EL素子7とTFT3と並んで配設される構造に対しては有効な遮光方法とはいえない。

【0017】本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その主たる目的は、有機EL素子の迷光、特に基板の法線方向に対して角度を有する迷光や基板面方向に伝搬する迷光を確実に遮断し、TFTの誤動作による画素表示欠陥やコントラストの低下を防止することができるアクティブマトリクス有機EL表示装置及びその製造方法を提供することにある。

【0018】

【問題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、絶縁性基板上に、互いに直交する方向に延在する複数の配線と、該複数の配線の各交点近傍に設けられた、薄膜トランジスタを含む回路部と、前記複数の配線で囲まれた各々の画素領域に前記回路部と相重ならないように配設された有機EL素子とを備えたアクティブマトリクス有機EL表示装置において、前記基板の法線方向から見て、前記回路部と前記有機EL素子の発光領域との間の少なくとも一部に光を遮断する材料からなる遮光体を備え、該遮光体が、少なくとも前記薄膜トランジスタ形成層を縦断する立体的な構造体からなるものである。

【0019】本発明においては、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記有機EL素子の前記発光領域周囲、又は、前記回路部周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されていることが好ましい。

【0020】また、本発明においては、前記薄膜トランジスタの下層に、前記基板の法線方向から見て、該薄膜トランジスタを覆うように配設された裏面シールド層を備え、前記遮光体が底部において前記裏面シールド層に当接し、また、前記遮光体の上部が前記配線と同層まで形成されている構成とすることができる。

【0021】また、本発明は、絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層が形成され、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部が配設され、前記回路部上層に層間絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と接続される配線が設けられると共に、前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接する遮光体が立体的に形成され、前記配線上層に平坦化膜を介して前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子が配設されるアクティブマトリクス有機EL表示装置であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記有機EL素子の前記発光領域の全周を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されているものである。

【0022】また、本発明は、絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層が形成され、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部が配設され、前記回路部上層に第1の層間絶縁膜が堆積され、該第1の層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接する遮光体が立体的に形成され、前記遮光体上層に第2の層間絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と接続される配線が設けられ、前記配線上層に平坦化膜を介して前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子が配設されるアクティブマトリクス有機EL表示装置であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記薄膜トランジスタを含む前記回路部周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されているものである。

【0023】また、本発明は、絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層が形成され、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部と有機EL素子の陽極とが形成され、前記回路部上層に層間絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と接続される配線が設けられると共に、前記回路部と前記陽極との間の領域において前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接する遮光体が立体的に形成され、前記配線上層に前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子が並設されるアクティブマトリクス有機EL表示装置であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体が、前記有機EL素子の前記発光領域周囲を略取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成されているものである。

【0024】本発明の製造方法は、絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層を形成する工程と、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部を配設する工程と、前記回路部上層に層間絶縁膜を堆積し、前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極領域に前記層間絶縁膜を貫通するコンタクトホールを形成する工程と、遮光体形成領域に前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを貫通する溝を形成する工程と、前記コンタクトホール及び前記溝に配線部材を堆積して、前記ソース／ドレイン電極と接続される配線を設けると同時に、前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接するように遮光体を立体的に形成する工程と、前記配線上層に平坦化膜を介して前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子を配設する工程とを少なくとも有するアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体を、前記有機EL素子の前記発光領域周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成するものである。

【0025】また、本発明の製造方法は、絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層を形成する工程と、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部を配設する工程と、前記回路部上層に第1の層間絶縁膜を堆積した後、遮光体形成領域に前記第1の層間絶縁膜と前記絶縁膜とを貫通する溝を形成し、該溝に遮光部材を堆積して前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接するように遮光体を立体的に形成する工程と、前記遮光体上層に第2の層間絶縁膜を堆積した後、前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極領域に前記第2の層間絶縁膜と前記第1の層間絶縁膜とを貫通するコンタクトホールを形成し、該コンタクトホールに配線部材を堆積して前記ソース／ドレイン電極と接続される配線を設ける工程と、前記配線上層に平坦化膜を介して前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子を配設する工程とを少なくとも有するアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体を、前記薄膜トランジスタを含む前記回路部周囲を取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成するものである。

【0026】また、本発明の製造方法は、絶縁性基板上に、薄膜トランジスタ形成領域を覆うように裏面シールド層を形成する工程と、該裏面シールド層上層に絶縁膜を介して前記薄膜トランジスタを含む回路部を配設すると共に、有機EL素子の陽極を形成する工程と、前記回路部上層に層間絶縁膜を堆積し、前記薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極領域に前記層間絶縁膜を貫通するコンタクトホールを形成する工程と、前記回路部と前

記陽極との間の遮光体形成領域に前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを貫通する溝を形成する工程と、前記コンタクトホール及び前記溝に配線部材を堆積して、前記ソース／ドレイン電極と接続される配線を設けると同時に、前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とを縦断し前記裏面シールド層に当接するように遮光体を立体的に形成する工程と、前記配線上層に前記回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子を配設する工程とを少なくとも有するアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法であって、前記基板の法線方向から見て、前記遮光体を、前記有機EL素子の前記発光領域周囲を略取り囲み、前記回路部と前記発光領域とを隔絶するように形成するものである。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置は、その好ましい一実施の形態において、絶縁性基板9上に裏面シールド層10と絶縁膜11と薄膜トランジスタ3を含む回路部を有し、回路部上に形成された層間絶縁膜15には薄膜トランジスタ3のソース／ドレイン電極と接続される配線層16と、層間絶縁膜15と絶縁膜11とを縦断し裏面シールド層10に当接する遮光体4とが同時に同一材料で形成され、回路部と相重ならない位置に発光領域を有する有機EL素子を備え、遮光体4を、有機EL素子7の発光領域5の略全周を取り囲むように立体的に形成することにより、基板9、絶縁膜11、層間絶縁膜15等の構造体で散乱、反射した迷光や陽極19内部を伝搬した迷光が薄膜トランジスタ3やコンデンサ等からなる回路部に入射することを防止する。

【0028】

【実施例】上記した本発明の実施の形態についてさらに詳細に説明すべく、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0029】【実施例1】まず、本発明の第1の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置及びその製造方法について、図1及び図2を参照して説明する。図1は、第1の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置の構造を模式的に示す一画素の平面図であり、図2(a)は図1の丸で囲んだ領域の拡大図、図2(b)は図1のA-A'線における断面図である。

【0030】まず、図1及び図2を参照して本実施例のアクティブマトリクス有機EL表示装置の構成について説明すると、本実施例のアクティブマトリクス有機EL表示装置は、ロウ側の配線層1とカラム側の配線層2とで囲まれた各々の画素に、TFT3や必要に応じて形成されるコンデンサ等の受動素子からなる回路部と有機EL素子7とが並設され、TFT3のゲート電極14はロウ側の配線層1に、TFT3のソース／ドレイン端子の一方はカラム側の配線層2に、他方は有機EL素子7の陽極19に接続されている。そして、各画素の発光領域

5の全周にわたって本実施例の特徴である立体的な遮光体4が形成されている。

【0031】上記構成のアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法について、図2(b)を参照して説明する。まず、ガラス等からなる透光性の基板9上にスパッタ法等を用いて遮光性を有するWSi(タングステンシリサイド)や金属等を200nm程度の膜厚で積層し、公知のリソグラフィー技術を用いて形成したレジストパターンをマスクとしてエッチングを行い、TFT3下部の所定の領域に裏面シールド層10を形成する。この裏面シールド層10は基板9の界面で反射され、図の下方からTFT3に入射する迷光を防止するために設けるものであり、基板の法線方向から見て、TFT3を覆う領域に形成される。

【0032】次に、CVD法等を用いてシリコン酸化膜等の絶縁膜11を600nm程度の膜厚で積層し、その上にアモルファスシリコン(a-Si)を60nm程度の膜厚で積層する。その後、不純物ドーピング工程及びシリコンのポリシリ化のためのレーザアニール等を実施した後、レジスト塗布、露光、エッチング工程を経て、TFT3形成領域にポリシリコン(Po-Si)層12を形成する。

【0033】次に、シリコン酸化膜等からなるゲート酸化膜13と200nm程度の膜厚のWSi等を順次堆積し、同様にPRとエッチングを施してゲート電極14を形成し、不純物ドーピングを施すことにより基板9上にTFT3を形成する。なお、図2ではTFT3が1つ形成された回路構成となっているが、本発明のアクティブマトリクス有機EL表示装置では、回路部のTFT3は1つに限定されず、要求される回路構成により複数のTFT3およびコンデンサなどの受動素子を具備することも可能である。

【0034】次に、CVD法等を用いて、600nm程度の膜厚のシリコン酸化膜等からなる層間絶縁膜15を堆積した後、PR、エッチングによりソース/ドレイン端子部及び遮光体4形成領域にコンタクトホールを形成する。ここで、遮光体4は裏面シールド層10と接するように形成され、両者が一体となって迷光の遮断を行うため、遮光体4形成部のコンタクトホールは層間絶縁膜15と絶縁膜11とを貫通して裏面シールド層10に達するように形成する。その後、500nm程度の膜厚のAl等の配線材料をスパッタ法等により形成し、所定のパターンにPR、エッチングすることにより配線層16と接続端子16aと遮光体4とを同時に形成する。

【0035】ここで、有機EL素子7からの迷光を遮光体4によって有効に遮断するために、遮光体4は基板の法線方向から見て発光領域5とTFT3との間に形成され、本実施例では、図2(a)に示すように、ITO膜外周縁6を跨ぐように遮光体4を形成している。また、本実施例では遮光効率を高めるために遮光体4を発光領

域5の外側全周にわたって形成しているが、迷光の著しい部分のみに遮光体4を形成することも可能である。

【0036】次に、有機膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等からなる平坦化膜17を堆積し、接続端子16aまで貫通するコンタクトホールを形成後、150nm程度の膜厚のITO膜等を堆積し、エッチングによって所定の領域にITOからなる陽極19を形成する。ここで、ITO膜を形成する領域は、図2(a)に示すように、裏面シールド層10の開口部をカバーする領域となる。なお、陽極19としては、ITOの他にSnO₂等の透明電極を用いることもできる。

【0037】次に、ITOのエッジ部をカバーして基板9を平坦化するために、ITO膜外周縁6内側にレジスト層18を形成する。ここで、本実施例のアクティブマトリクス有機EL表示装置では、レジスト層18の開口部は遮光体4形成領域の内部にくるように、すなわち、発光領域5とTFT3領域との間に遮光体4が形成される位置関係で設計される。なお、レジスト層18の端部は、その後に形成される発光素子層20及び陰極21の段差切れを防止するため、図2(b)に示すようにテーパー状に形成される。

【0038】次に、発光素子層20が蒸着により形成される。発光素子層20は積層順に、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層からなり、各々の膜厚は10nmから50nm程度である。なお、発光素子層20は、正孔輸送層/発光層/電子輸送層、正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層あるいは発光層単独のいずれの構造でも良く、マトリクスカラー表示の場合は画素毎に発光層の材質を変えて積層している。そして、200nm程度の膜厚のAl、マグネシウム・インジウム合金、アルミニウム・リチウム(AlLi)合金等からなる陰極21を蒸着により形成することにより、本実施例の有機EL表示装置の画素部が完成する。

【0039】なお、アクティブマトリクス有機EL表示装置が機能するための電源及び周辺回路部は図示しておらず、また、有機EL素子の特性を保持するための封止構造及び支持構造も図示していない。また、本実施例の配線は1層で実現しているが、これはロウ側の配線層1とカラム側の配線層2の交差部をゲート電極形成時に同時に形成したWSi層を用いてブリッジにより接続しているからであるが、従来図で示したように、絶縁層を介して多層の配線層を形成することも可能である。

【0040】このようにして形成されたアクティブマトリクス有機EL表示装置は、電界が存在する領域で発光する。すなわち、レジスト層18が介在せず、発光素子層20が陽極19と陰極21とに挟まれた発光領域5でのみITO膜と陰極間で電界が発生して発光する。そして、この発光は全方位的であり、従来の構造のアクティブマトリクス有機EL表示装置では、基板の面方向(図2(b)の横方向)に伝搬する迷光はTFT3に入射し

てしまっていた。

【0041】しかしながら、本実施例の構造では、遮光体4の底部はTFT3形成前に配設される裏面シールド層10と接するように形成されるため、遮光体4は基板法線方向において、裏面シールド層10位置から配線層16位置まで縦断的に具備され、基板9や絶縁膜11、層間絶縁膜15の内部で散乱、又は層界面で反射されて基板9の面方向に伝搬する迷光を完全に遮光することができ、TFT3やコンデンサなどの受動素子からなる回路部に迷光が入射されることはなく、また、基板9で反射して裏面から入射する迷光も裏面シールド層10で遮光されるため、TFT3の誤動作及びコンデンサの電圧維持低下を防止することができる。

【0042】なお、本実施例では、発光領域5を囲むように遮光体4を形成したが、迷光が生じやすい部分のみに遮光体4を形成することもできる。また、遮光体4をITO膜外周線6を跨ぐように形成したが、これは、露光の際のマージンを考慮して、遮光体4よりも外側にITO膜外周線6がはみ出さず、かつ、発光領域5を極力広く形成するためであり、その位置関係は露光の精度等によって適宜設定することができる。

【0043】また、本実施例では、遮光体4はTFT3の各端子を配線する、例えばアルミニウムからなる配線層形成工程にて同時に形成されるため、遮光体4の形成によって工程が増加することはない。しかしながら、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、遮光体4を遮光性のある他の金属等で形成してもよく、また、遮光性を有する着色剤を含有した有機物で遮光してもよい。更に、遮光体4は図の下方が狭くなった形状となっているが、これはコンタクトホール形成時のエッチング条件により決定されるものであり、その断面形状は限定されるものではなく、幅が最も狭い部分が十分に遮光性を有する形状であれば良い。

【0044】【実施例2】次に、本発明の第2の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置及びその製造方法について、図3を参照して説明する。図3は、第2の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置の構造を示す図であり、(a)はTFT領域近傍の構造を示す平面図、(b)は(a)のB-B'線における断面図である。なお、本実施例は遮光体4を発光領域5周囲ではなくTFT領域を囲むように設けることを特徴とするものであり、他の部分の構造に関しては前記した第1の実施例と同様である。

【0045】図3に示すように、本実施例のアクティブマトリクス有機EL表示装置は、ロウ側の配線層1とカラム側の配線層2とで囲まれた各々の画素に、TFT3やコンデンサ等の受動素子からなる回路部と有機EL素子7とが並設され、TFT3のゲート電極14はロウ側の配線層1に、TFT3のソース、ドレイン端子の一方はカラム側の配線層2に、他方は有機EL素子7の陽極

19に接続されている。そして、TFT3の全周を囲むように本実施例の特徴である遮光体4が立体的に形成されている。

【0046】上記構成のアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法について説明すると、前記した第1の実施例と同様に、まず、ガラス等からなる基板9の上に遮光性を有するWSi等をスパッタ法等により積層し、TFT3下部の所定の領域に裏面シールド層10を形成する。次に、CVD法等を用いてシリコン酸化膜等の絶縁膜11を積層した後、アモルファスシリコンを積層し、不純物ドーピング工程及びシリコンのポリシリ化のためのレーザアニール等を実施した後、エッチング工程を経て、所定のパターンのポリシリコン層12を形成する。

【0047】次に、シリコン酸化膜等からなるゲート酸化膜13とWSi等からなるゲート電極14を形成し、不純物をドーピングして基板9上にTFT3を形成する。なお、図3ではTFT3が1つ形成された回路構成となっているが、要求される回路構成により複数のTFTおよびコンデンサなどの受動素子を具備することもできるのは、前記した第1の実施例と同様である。

【0048】次に、CVD法等を用いて、シリコン酸化膜等からなる層間絶縁膜15を堆積した後、PR、エッチングにより所定の領域にコンタクトホールを形成する。ここで、前記した第1の実施例では、配線層16と遮光体4とを同一工程にて形成したが、本実施例では、遮光体4がTFT3を囲むように形成されるため、遮光体4がTFT3のソース、ドレイン端子と接続される配線層16と交差してしまう。そこで、この工程では遮光体4部分にのみコンタクトホールを形成する。そして、コンタクトホール形成後、Al等の遮光材料をスパッタ法等により形成し、所定のパターンにPR、エッチングすることにより立体的な遮光体4を形成する。

【0049】ここで、コンタクトホールを層間絶縁膜15及び絶縁膜11を貫通するように形成し、遮光体4を裏面シールド層10と当接させることにより、TFT3の周囲及び底面が遮光材料によって覆われ、迷光を完全に遮断することができるが、配線層16と交差する部分に遮光体4を形成しないように構成することもでき、その場合には、遮光効率は多少低下するが、遮光体4と配線層16の形成を前記した第1の実施例と同様に同時に行うことができ、工程の簡略化を図ることができる。また、迷光の著しい部分のみに遮光体4を形成することも可能である。

【0050】次に、CVD法等を用いて、シリコン酸化膜等からなる第2の層間絶縁膜15aを堆積した後、PR、エッチングによりTFT3のソース、ドレイン端子領域にコンタクトホールを形成し、Al等の配線材料をスパッタ法等により堆積し、所定のパターンにPR、エッチングすることにより配線層16を形成する。

【0051】次に、有機膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等からなる平坦化膜17を堆積し、TFT3のソース/ドレイン端子まで貫通するコンタクトホールを形成後、ITO膜を堆積し、エッチングによって所定の領域にITOからなる陽極19を形成する。ここで、ITO膜を形成する領域は、図2(a)に示すように、裏面シールド層10の開口部をカバーする領域となる。

【0052】次に、ITOのエッジ部をカバーして基板9を平坦化するために、ITO膜外周縁6内側にレジスト層18を端部がテーパー状になるように形成する。そして、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層からなる発光素子層20と、Al等からなる陰極21を蒸着により形成することにより、本実施例の有機EL表示装置の画素部が形成される。なお、陽極19、発光素子層20及び陰極21は、第1の実施例に示した他の部材、構造でも良い。

【0053】このようにして形成されたアクティブマトリクス有機EL表示装置は、遮光体4がTFT3やコンデンサなどの受動素子周囲を取り囲み、かつ、ポリシリコン層12の側面を覆うように縦断的に形成されるため、基板9や絶縁膜11、層間絶縁膜15の内部で散乱、又は層界面で反射されて基板9の面方向に伝搬する迷光を完全に遮光することができる。また、前記した第1の実施例と異なり、TFT3近傍以外の領域ではITOと遮光体4との位置関係が問題とならないため、設計の自由度を大きくすることができ、更に、第1の実施例よりも1画素あたりの画素発光領域面積比（一般に開口率という）を向上させることができる。

【0054】【実施例3】次に、本発明の第3の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置及びその製造方法について、図4を参照して説明する。図4は、第3の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置の構造を示す図であり、(a)はTFT領域近傍の構造域を示す平面図、(b)は(a)のC-C'線における断面図である。なお、本実施例は有機EL素子7の陽極19であるITO層の内部を基板の面方向に伝搬する迷光を有効に遮光するための構造を提供するものであり、他の部分の構造に関しては前記した第1及び第2の実施例と同様である。

【0055】本実施例のアクティブマトリクス有機EL表示装置は、ロウ側の配線層1とカラム側の配線層2とで囲まれた各々の画素に、TFT3やコンデンサ等の受動素子からなる回路部と有機EL素子7とが並設され、TFT3のゲート電極14はロウ側の配線層1に、TFT3のソース/ドレイン端子の一方はカラム側の配線層2に、他方は有機EL素子7の陽極19に接続されている。そして、各画素の表示領域5外周の一部を除いて遮光体4が形成されている。

【0056】上記構成のアクティブマトリクス有機EL表示装置の製造方法について説明すると、前記した第1

及び第2の実施例と同様に、まず、ガラス等からなる基板9の上に遮光性を有するWSi等をスパッタ法等により積層し、TFT3下部の所定の領域に裏面シールド層10を形成し、CVD法等を用いてシリコン酸化膜等の絶縁膜11、アモルファスシリコンを積層し、不純物ドーピング工程及びシリコンのポリシリ化のためのレーザアニール等を施して、所定のパターンのポリシリコン層12を形成する。

【0057】次に、シリコン酸化膜等からなるゲート酸化膜13とWSi等からなるゲート電極14を形成し、不純物ドーピングを実施することにより基板9上にTFT3を形成する。なお、図4ではTFT3が1つ形成された回路構成となっているが、要求される回路構成により複数のTFTおよびコンデンサなどの受動素子を具備することもできるのは前記した第1及び第2の実施例と同様である。

【0058】次に、本実施例では、有機EL素子7の陽極19となるITOを堆積した後、図4(a)に示すように、その端部が部分的にポリシリコン層12に接するようにITOをエッチングして陽極19を形成する。

【0059】その後、CVD法等を用いて、シリコン酸化膜等からなる層間絶縁膜15を堆積した後、PR、エッチングにより発光領域5の層間絶縁膜15を除去し、TFT3のソース/ドレイン端子部分と遮光体4形成部分にコンタクトホールを形成する。そして、Al等の配線材料をスパッタ法等により形成し、所定のパターンにPR、エッチングすることにより配線層16と立体的な遮光体4とを同時に形成する。

【0060】次に、ITOのエッジ部をカバーして基板9を平坦化するために、ITO膜外周縁6内側にレジスト層18を端部がテーパー状になるように形成する。そして、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層からなる発光素子層20と、Al等からなる陰極21を蒸着により形成することにより、本実施例の有機EL表示装置の画素部が形成される。なお、陽極19、発光素子層20及び陰極21は、第1の実施例に示した他の部材、構造でも良い。

【0061】このようにして形成されたアクティブマトリクス有機EL表示装置は、遮光体4が発光領域5を囲むように形成されるため、前記した第1及び第2の実施例と同様に、基板9や絶縁膜11、層間絶縁膜15の内部で散乱、又は層界面で反射されて基板9の面方向に伝搬する迷光を完全に遮光することができる。更に、本実施例の構造では、図4(b)に示すように、ITOを形成する層にも遮光体4が形成されるため、屈折率の大きいITO層内部を伝搬する迷光に対しても遮光効果を発揮することができる。また、遮光体4を裏面シールド層10側が先細となるように形成することにより、迷光が遮光体4の傾斜した側面で反射されて発光領域5の下部方向に入射するため、実効的に発光効率を向上させるこ

とができる。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のアクティブマトリクス有機EL表示装置によれば、有機EL発光素子から放出され、基板や絶縁膜等で散乱された迷光や、屈折率の大きい基板やITOで反射される迷光を遮光体で遮ることができ、TFTへの迷光の入射を防止してTFTの誤動作を防止し、画素不良表示のないコントラストの良好な画像を得ることができる。

【0063】その理由は、本発明のアクティブマトリクス有機EL表示装置では、裏面シールド層からTFT形成層又は配線層まで縦断する遮光体を立体的に形成し、かつ、この遮光体を発光領域周囲又はTFT周囲を取り囲むように形成することにより、基板法線方向と角度成分を持つ迷光や、基板面方向に伝達する迷光の侵入を防止することができるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置の構造を示す平面図である。

【図2】本発明の第1の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置の一部分を示す図であり、(a)は平面図、(b)は図1のA-A'線における断面図である。

【図3】本発明の第2の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置の一部分を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のB-B'線における断面図である。

【図4】本発明の第3の実施例に係るアクティブマトリクス有機EL表示装置の一部分を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のC-C'線における断面図である。

【図5】従来のアクティブマトリクス有機EL表示装置の構造を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のD-D'線における断面図である。

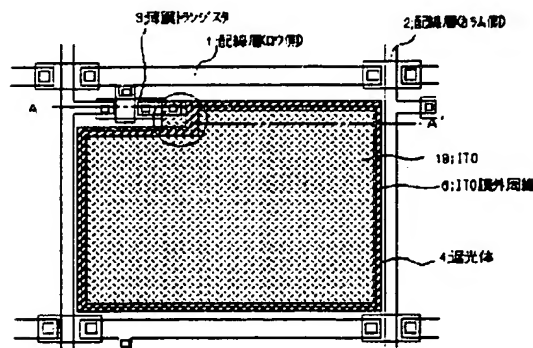
【図6】従来の液晶表示装置の構造を示す断面図である。

【図7】従来の液晶表示装置の構造を示す断面図である。

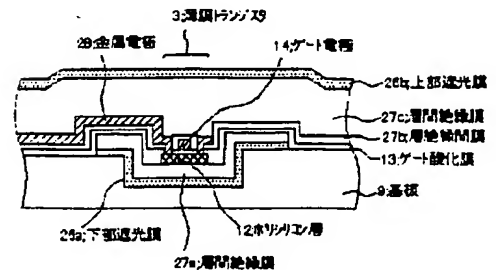
【符号の説明】

- 1 ロウ側配線層
- 2 カラム側配線層
- 3 薄膜トランジスタ
- 4 遮光体
- 4a 遮光体形成領域
- 5 発光領域
- 6 ITO膜外周線
- 7 有機EL素子
- 8 遮光体と裏面シールド層との接続部
- 9 基板
- 10 裏面シールド層
- 11 絶縁膜
- 12 ポリシリコン層
- 13 ゲート酸化膜
- 14 ゲート電極
- 15 層間絶縁膜
- 15a 第2層間絶縁膜
- 16 配線層
- 16a 接続端子
- 17 平坦化膜
- 18 レジスト膜
- 19 陽極 (ITO)
- 20 発光素子層
- 21 陰極
- 22 透明電極
- 23 ゲート信号線
- 24 ドレイン信号線
- 25 平坦化絶縁膜
- 26a 下部遮光膜
- 26b 上部遮光膜
- 27a、27b、27c、27d 層間絶縁膜
- 28 金属電極

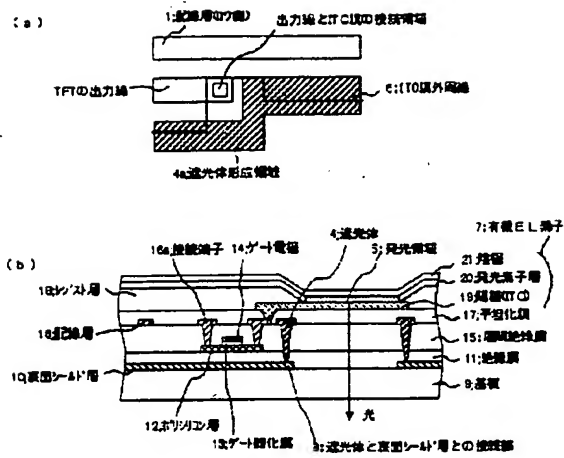
【図1】



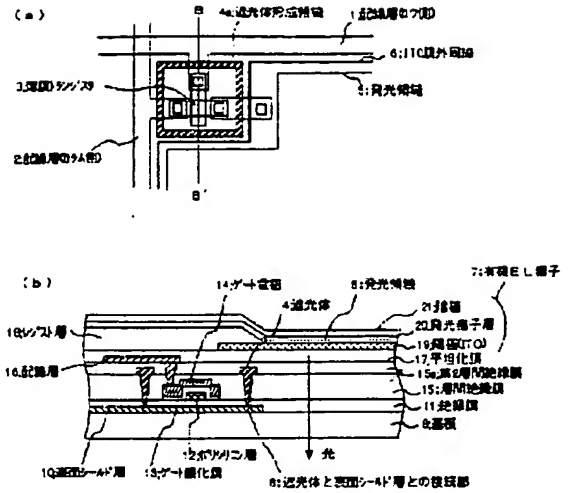
【図6】



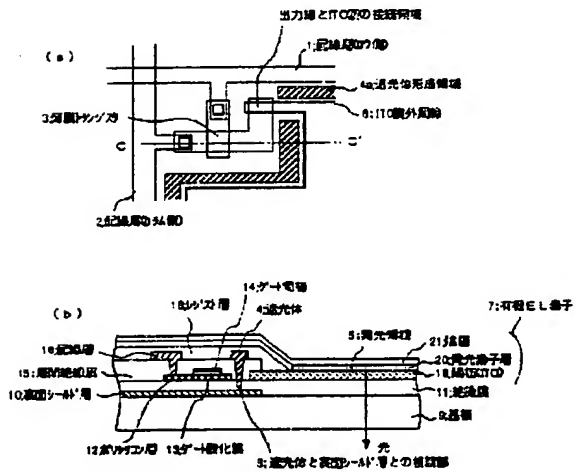
【図2】



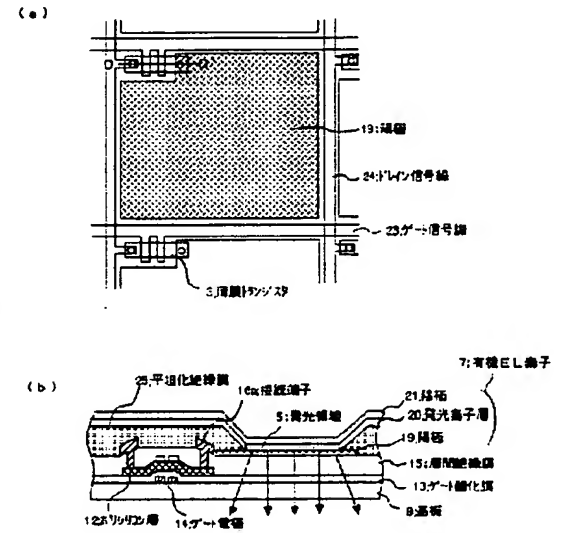
【図3】



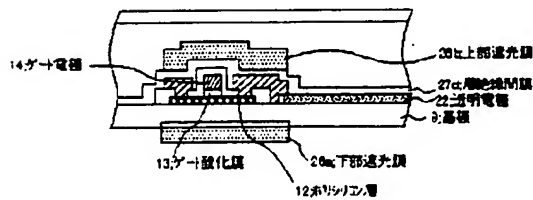
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-マ-ド (参考)

H O 5 B 33/22

H O 5 B 33/26

Z

33/26

H O 1 L 29/78

6 1 9 B

Fターム(参考) 3K007 AB05 AB17 AB18 BA06 CA01
 CB01 DA01 DB03 EB00 FA01
 5C094 AA06 AA16 AA25 AA43 AA48
 AA53 BA03 BA27 CA19 DA13
 DB01 DB04 DB10 EA05 EA06
 EA10 EB02 ED15 FA01 FA02
 FB12 FB14 FB15 GB10
 5F110 AA21 BB01 CC02 DD02 DD13
 EE05 FF02 GG02 GG13 GG25
 GG44 HJ01 HL03 HL23 NN03
 NN23 NN24 NN27 NN35 NN41
 NN45 NN47 NN54 NN72 NN80
 PP03 QQ11 QQ19